

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

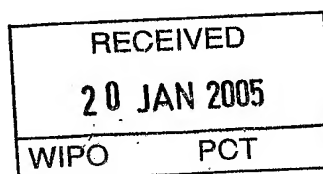
EP04/14666



**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 61 756.6

**Anmeldetag:**

29. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber:ELIOG-kelvitherm Industrieofenbau GmbH,
98631 Römhild/DE**Bezeichnung:**Schwerkraftbiegeofen und Schwerkraftbiegeverfahren
für Glas**IPC:**

C 03 B 23/025

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Dezember 2004
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Faust

Schwerkraftbiegeofen und Schwerkraftbiegeverfahren für Glas

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schwerkraftbiegeofen für Glasscheiben mit mehreren Heizgruppen im deckelförmigen Ofenoberteil und im wannenförmigen Ofenunterteil und mit einer Wärmeisolation an der Innenseite der Ofenwände. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben, unter Anwendung eines derartigen Ofens.

Aus der EP 0 317 409 B1 ist eine Vorrichtung zum thermischen Biegen von Glasscheiben durch Schwerkraft bekannt, die einen Ofen mit mindestens einer Vorwärm- und einer Biegestation verwendet. Ein beweglicher und das Glas tragender Aufbau transportiert die Scheiben im Ofen von einer Station zur anderen. An die Biegestation können sich eine Blasstation, und eine oder mehrere Kühlstationen anschließen. Die Erwärmung der Glasscheibe erfolgt durch Widerstandsheizelemente, die an den Innenwänden des Ofens angeordnet sind und deren Temperatur konstant gehalten wird. Die Wärmekapazität der Ofenwände wird auf einen Wert unterhalb der Wärmekapazität des beweglichen Aufbaus und der Glasscheibe begrenzt. In der Kühlstation wird das Glas auf eine Temperatur gebracht, mit der es weiter gehandhabt werden kann. Durch den erforderlichen Transport der Glasscheiben zwischen den einzelnen Stationen besteht die Gefahr der Beschädigung aufgrund von Erschütterungen, die auch zu unerwünschten Materialspannungen führen können. Außerdem ist die hitzbeständige Konstruktion des Transportsystems aufwendig, teuer und fehleranfällig.

Die DE 690 20 481 T2 zeigt eine Vorrichtung zum Biegen und Tempern von Glasplatten mit einem Ofen zum Erwärmen der Glasplatte und Fördermitteln im Ofen zum Bewegen der Glasplatte durch den Ofen. Die Fördermittel besitzen Längsreihen von Ofen-Minirollen zum Tragen der Glasplatte, deren Position geändert werden kann, um die Kontur einer gewünschten Biegung zu erreichen. Zum Kühlen wird die Glasplatte direkt mit Luft beblasen. Dies führt insbesondere bei großflächigen Scheiben zu Materialspannungen, die ein schnelles Zerschlagen zur Folge haben können.

Die in der WO 01/23310 A1 beschriebene Vorrichtung zum Biegen von Glasscheiben verwendet einen Wärmeofen ausgestattet mit einer ersten Gruppe von Heizelementen an der Ofeninnenwandfläche und einer zweiten, unabhängig von der Ofeninnenwandfläche befestigte Gruppe von Heizelementen. Der Abstand der Heizelemente der zweiten Gruppe zur Glasscheibe kann für jedes Heizelement einzeln variiert werden. Durch wahlweises Nutzen der Heizelemente der zweiten Gruppe kann die Glasscheibe lokal erwärmt werden, wobei eine vordefinierte Temperaturverteilung in der Glasscheibe erreicht werden kann. Die Glasscheibe befindet sich auf einer Biegeform, welche durch den Ofen transportiert wird. Die Einstellung der einzelnen Heizelemente ist aber technologisch aufwendig und insbesondere bei wechselnden Biegeaufgaben nachteilig. Dem Biegen schließt sich ein langsames aber damit auch sehr zeitaufwendiges Abkühlen der Glasscheibe im Kühlbereich an.

Die EP 1 241 143 A2 beschreibt einen Temperofen, der sowohl am Boden als auch im oberen Ofenbereich mit Heizelementen sowie Elementen zur Wärmekonvektion ausgestattet ist. Die Glasscheiben werden über Rollen durch den Ofen transportiert, woraus ungewünschte mechanische Belastungen für das Glas

resultieren. Die in Längsrichtung angeordneten Wärmekonvektionselemente verursachen verschiedene Wärmekonvektionszonen, die relativ zueinander geändert werden können. Zur Erwärmung der Glasscheibe erfolgt ein direktes Beblasen der Glasscheibe mit Konvektionsluft von oben und unten. Die dabei ausgebildeten Strömungen bedingen aber insbesondere bei großen Glasscheiben eine ungleichmäßige Erwärmung, die ebenso wie die relativ ungleichmäßige Strömung beim Abkühlvorgang zu erheblichen Materialspannungen führen kann.

Um das Springen einer Glasscheibe, welche gerade im Abkühlprozess sehr bruchempfindlich ist, zu vermeiden, müssen Aufwärm- und Kühlprozess sehr gleichmäßig verlaufen. Aus dem zuvor zitierten Stand der Technik ist es zwar bekannt, Schwerkraftbiegeöfen in mehrere Zonen zum Vorwärmen, Biegen und Abkühlen aufzuteilen. Das Glasgut wird über ein Transportmittel durch diese Zonen geleitet. In den Übergangsbereichen zwischen den einzelnen Zonen kommt es aber unwillkürlich zu Temperaturschwankungen. Insbesondere bei der Verarbeitung verhältnismäßig großer Glasscheiben entstehen Probleme beim Passieren dieser Zonenübergänge, da sich bestimmte Glasscheibenbereiche noch in der Biegezone befinden, während andere Glasscheibenbereiche bereits gekühlt werden. Die ungleichmäßige Temperaturverteilung in der Glasscheibe führt zu ungewollten Materialspannungen und damit häufig zum Glasbruch.

Zur Erreichung technologisch erwünschter geringer Abkühlzeiten, realisieren herkömmliche Schwerkraftbiegeöfen die Abkühlung der erhitzten Glasscheiben durch direktes Beblasen der Glasscheiben mit kühler Luft. Insbesondere bei großen Glasscheiben ist es problematisch auf diesem Wege eine gleichmäßige Abkühlung zu erreichen. Die hierbei zwangsläufig auftretenden Temperaturschwankungen führen wiederum zu schädlichen

Materialspannungen, die in der Zerstörung der Glasscheibe münden können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen Schwerkraftbiegeofen für Glas zur Verfügung zu stellen, bei dem eine schnelle Abkühlung nicht durch direktes Beblasen der Glasscheiben mit Kühlluft realisiert werden muss und der insbesondere bei großen Glasscheibenmaßen eine schonende und gleichmäßige Abkühlung unter Beibehaltung bzw. Unterschreitung bisheriger Abkühlzeiten ermöglicht. Außerdem soll auch ein in einem solchen Schwerkraftbiegeofen durchführbares Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben bereitgestellt werden.

Diese und weitere Aufgaben werden durch den erfindungsgemäßen Schwerkraftbiegeofen gelöst, bei dem in der Wärmeisolation eine Vielzahl von Kanälen angeordnet ist, die zum Abführen von Wärme aus der Wärmeisolation (nachfolgend auch einfach Isolation genannt) von einem Wärmetransportmedium durchströmt werden.

Der erfindungsgemäße Schwerkraftbiegeofen realisiert eine schonende und sehr gleichmäßige Abkühlung der gebogenen bzw. verformten Scheiben durch indirekte Kühlung des Systems, welchem über ein Wärmetransportmedium die Prozesswärme gleichmäßig entzogen wird. Das erwärmte Glasgut gibt seine Wärme durch Wärmestrahlung direkt und durch Wärmeaustausch mit der im Ofen vorhandenen Luft indirekt an die Ofenwände und die dort installierten Isolationsschichten ab. Dadurch dass diese Wärme direkt aus der Isolation abgeführt wird, ist es nicht mehr notwendig, zur Verkürzung der Abkühlzeiten, ein direktes Beblasen der Glasscheibe mit Frischluft vorzunehmen. Mit einer derartigen Kühlung werden störende Luftbewegungen

durch eintretende Frischluft vermieden. Im Ofenraum wird eine ruhende Atmosphäre geschaffen. Damit ist es auch möglich, überdimensional große Glasscheiben bzw. Glasscheiben bis zu Dicken von etwa 20 mm zu verarbeiten, deren Abkühlung besonders problematisch ist. Ein weiterer Vorteil dieser neuartigen Kühlung ist, dass durch den Verzicht auf direkte Luftkühlung eine Kontamination des Glases durch in der Luft zwangsläufig enthaltene Partikel verhindert werden kann.

Der erfindungsgemäße Schwerkraftbiegeofen verzichtet auf eine Unterteilung des Ofens in verschiedene Zonen für das Vorwärmen, Biegen und Abkühlen. Aus diesem Grund ist es nicht mehr notwendig Glasscheiben durch den Ofen zu transportieren, da der gesamte Ofeninnenraum auf die zur Durchführung der einzelnen Verfahrensschritte notwendigen Parameter gebracht wird. Damit steht nahezu der gesamte Ofeninnenraum zur Verarbeitung auch sehr großer Glasscheiben zur Verfügung, die bislang überhaupt nicht durch Schwerkraftbiegung verformt werden konnten.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Ofeninnenraum eine Höhe von größer als 800 mm, eine Breite von größer als 2000 mm und eine Tiefe von größer als 2000 mm auf. Besonders günstig ist ein Ofeninnenraum mit einer Höhe von etwa 1050 mm, einer Breite von etwa 3470 mm und einer Tiefe von etwa 6000 mm. Ein solcher Ofen eignet sich auch für überdimensional große Glasscheiben mit einer Breite von etwa 3000 mm und einer Tiefe von etwa 6000 mm. Durch die großen Abmessungen des Ofens ist es aber auch möglich, viele kleinere Scheiben gleichzeitig zu bearbeiten, wodurch große Stückzahlen unter denselben Prozessbedingungen geformt werden können.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform sind die Heizgruppen im Ofenoberteil und im Ofenunterteil unabhängig voneinander regelbar. Als besonders vorteilhaft hat sich eine Aufteilung der Heizleistung auf sieben Heizgruppen im Ofenoberteil und vier Heizgruppen im Ofenunterteil erwiesen. Damit entstehen elf einzeln regelbare Heizzonen, die eine sehr exakte Temperaturführung am Glas ermöglichen. Durch diese hochgenaue Temperaturregelung kann eine örtliche Überhitzung vermieden werden.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Ofenoberteil mittels Spindelhubeinrichtung anhebbar ist, und es dadurch absolut horizontal gehalten werden kann. Im abgehobenen Zustand des Ofenoberteils kann das Ofenunterteil derart aus dem Überdeckungsbereich des Ofenoberteils heraus verfahren werden, dass die gesamte Öffnungsweite des Ofenunterteils zugänglich ist. Durch diese Verfahrbarkeit des Ofenunterteils kann das Beschickungs- und Entnahmehandling deutlich verbessert werden.

Bei einer abgewandelten Ausführungsform werden mehrere Ofenunterteile und mehrere zusätzliche Abkühlplätze für die Restkühlung der gebogenen Glasscheiben verwendet, die je nach Bearbeitungsstadium offen sind oder von einem gemeinsamen Ofenoberteil verschlossen werden. Das Ofenoberteil kann dadurch noch effizienter genutzt werden, was zu einer Erhöhung der Bearbeitungskapazität bei verringerten Maschinenkosten führt.

Eine zweckmäßige Ausführungsform verwendet als Heizgruppen im Ofenoberteil mittelwellige Quarzstrahler und als Heizgruppen im Ofenunterteil Widerstandsheizelemente. Die Quarzstrahler sollten bevorzugt eine besonders große Länge von etwa 3600 mm

aufweisen. Durch die horizontale Lage des Ofenoberteils und dessen allseitiges, gleichmäßig realisiertes Anheben mittels Spindelhub können die empfindlichen Quarzstrahler ohne Seitenführung gelagert werden. Durch den möglichen Verzicht auf eine Seitenführung kann das Auftreten von Materialspannungen im Quarzmaterial deutlich reduziert und damit die Gefahr einer Beschädigung der Quarzstrahler verhindert werden. Die Quarzstrahler können mittels Siliziumcarbidelementen, die bei Temperaturen bis 1300 °C verwendbar sind, an dem Ofenoberteil befestigt werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführung ist am Ofenboden über der Isolation eine sehr tragfähige nichtleitende Heizungsaufnahme, beispielsweise in Form eines Gitters angeordnet. Dieses Gitter ist so dimensioniert, dass es die großen Massen der Biegeformen und Glasscheiben tragen kann. Der Ofenbodenbereich über dem Gitter ist in eine Vielzahl von herausnehmbaren Bodensegmenten unterteilt. Zur Aufnahme von Biegeformen werden einzelne Ofenbodensegmente entnommen und an deren Stelle Biegeformen positioniert. Mit Hilfe dieser Unterteilung in Ofenbodensegmente kann die Position der Biegeformen reproduzierbar fixiert werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, eine Vielzahl von Zuluftöffnungen im Ofenboden unterhalb der dort positionierten Heizelemente und mehrere Abluftöffnungen im Ofenoberteil anzuordnen. Je nach Bedarf sind diese Öffnungen von einem vollständig geschlossenen bis zu einem vollständig geöffneten Zustand einstellbar. Durch das Einfließen von Zuluft und das gleichzeitige Abführen von Abluft kommt es im Ofen zu einer kontrollierten Umluftbewegung. Diese Umluftbewegung sorgt, beispielsweise während des Aufheiz- bzw. Biegevorgangs, für eine gleichmäßige Temperaturverteilung. Besonders vorteil-

haft ist, wenn die Abluftmenge über ein Gebläse einstellbar ist. Die Zuluft wird beim Einströmen in den Ofen zwangsweise an den Heizelementen vorbeigeführt und dort gezielt erwärmt. Damit wird vermieden, dass auf die erhitzte Glasscheibe kalte Frischluft auftrifft.

Zuluftöffnungen mit einem Durchmesser von etwa 40 mm und Abluftöffnungen mit einem Durchmesser von etwa 80 mm haben sich als besonders günstig erwiesen. Bei der oben beschriebenen Ausführungsform eines Glasbiegeofens für überdimensional große Glasscheiben ist die Verwendung von etwa 63 Zuluftöffnungen und etwa vier Abluftöffnungen besonders zweckmäßig.

Erfindungsgemäß wird zur Lösung der oben genannten Aufgabe auch ein Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben in einem Schwerkraftbiegeofen, dessen Innenseiten der Ofenwände eine Wärmeisolation aufweisen, zur Verfügung gestellt, bei dem die während des Abkühlens an die Isolation abgegebene Wärme über ein Wärmetransportmedium abgeführt wird, welches eine Vielzahl von in der Isolation angeordneten Kanälen durchströmt.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Schwerkraftbiegeofens;

- Fig. 2 eine Ansicht des Schwerkraftbiegeofens von oben mit seitlich weggefahrenem Ofenunterteil;
- Fig. 3 eine Detaildarstellung des Schwerkraftbiegeofens im Längsschnitt;
- Fig. 4 eine Ablaufplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schwerkraftbiegeofens. Der Ofen besteht aus einem wannenförmigen Ofenunterteil 1 und einem deckelförmigen Ofenoberteil 2, die sich bevorzugt aus einer Vielzahl von Segmenten zusammensetzen. Durch diesen Segmentaufbau kann der Ofen problemlos transportiert, aufgebaut und abgebaut werden.

Das Ofenoberteil 2 ist zur leichteren Durchführung von Wartungsarbeiten vorzugsweise begehrbar aufgebaut und mittels einer Spindelhubeinrichtung 3 anhebbar. Diese Art des Anhebens gestattet eine absolut horizontale Lage des Ofenoberteils auch während des Anhebevorganges und im angehobenen Zustand. Die Spindelhubeinrichtung 3 ist dazu an mindestens zwei Seiten des Ofens angeordnet, besitzt vorzugsweise vier Hubstellen an den Ecken des Ofens und ist auf das nicht geringe Gewicht des Ofenoberteils angepasst.

Das Ofenunterteil 1 ist auf Laufschiene 15 verfahrbar gelagert, um unter dem Ofenoberteil hinweg gefahren werden zu können. Natürlich wäre auch eine Verschiebung des Oberteils möglich, um den Zugang zum Ofeninnenraum zu eröffnen. Durch

die Öffnung durch Verschiebung ist es ausreichend, wenn der Deckel, also das Ofenoberteil, einige Zentimeter angehoben wird, um einen vollständigen Zugang zum Ofen nach dem Verschieben zu ermöglichen.

An den Seitenwänden des Ofens sind mehrere Sichtfenster 4 aus hitzebeständigem Glas derart angeordnet, dass sie eine manuelle Beobachtung des Biegeprozesses ermöglichen. Die Sichtfenster können in verschiedenen Höhen eingebracht sein, damit die Bedienperson alle Bereiche des Ofeninnenraums gut einsehen kann.

Fig. 2 zeigt den Schwerkraftbiegeofen in einer Ansicht von oben mit seitlich ausgefahrenem Ofenunterteil 1. Nachdem das Ofenoberteil 2 mittels der Spindelhubeinrichtung 3 angehoben wurde, kann das Ofenunterteil 1 seitlich auf den Laufschienen 15 verfahren werden. Auf diese Weise steht die gesamte Öffnungsweite des Ofenunterteils 1 für die Be- und Entladung mit den zu biegenden Glasscheiben zur Verfügung, wodurch eine deutliche Verbesserung des Beschickungs- und Entnahmehandling erreicht wird.

In Fig. 2 sind auch gut der segmentartige Aufbau des Ofenoberteils 2 und die bevorzugte Positionierung der Spindelhubantriebe erkennbar. Im Ofenunterteil 1 sind weiterhin mehrere am Ofenboden 11 rasterförmig angeordneten Bodensegmente 16 dargestellt, die je nach Beschickungssituation einzeln aus heraus genommen werden können, um eine Stellfläche für verschiedene Biegeformen frei zugeben. Durch das festgelegte Raster sind die Positionen der Biegeformen gut reproduzierbar, so dass für die Prozessparameter auch diesbezüglich eine hohe Wiederholgenauigkeit sichergestellt ist.

Fig. 3 zeigt eine Detaildarstellung des Schwerkraftbiegeofens im Längsschnitt. Im Ofen sind mehrere Heizgruppen im wannenförmigen Ofenunterteil 1 und im deckelförmigen Ofenoberteil 2 angeordnet. Bevorzugt kommen im Ofenunterteil 1 vier erste Heizgruppen 5 mit jeweils mehreren widerstandsbeheizten Elementen und im Ofenoberteil sieben zweite Heizgruppen 6 mit jeweils mehreren mittelwelligen Quarzstrahlern zum Einsatz. Damit entstehen elf einzeln regelbare Heizzonen, die bei geeigneter Regelung für eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung im Ofen sorgen.

Die Ofenwand 7 weist eine Isolation 8 aus einem Fasermaterial auf, dessen Oberfläche eine Beschichtung aus einem das Fasermaterial bindenden Mittel besitzt. Als Beschichtung kommt vorzugsweise Wasserglas zum Einsatz. Durch die Beschichtung wird vermieden, dass sich einzelne Fasern aus der Isolation lösen, die andernfalls das bearbeitete Glas kontaminieren könnten. Die Wärmeisolation 8 ist aus mehreren Schichten aufgebaut. In der Isolation 8 ist eine Vielzahl von Kanälen 9 angeordnet. Diese Kanäle 9 werden zum Abführen von Wärme aus der Isolation 8 von einem Wärmetransportmedium durchströmt. Die vorliegende Ausführungsform verwendet Luft als Wärmetransportmedium. Alternativ könnte eine geeignete Flüssigkeit, wie Wasser oder Öl verwendet werden.

Das erwärmte Glas gibt während der Abkühlphase Wärme an die Isolation 8 durch Wärmestrahlung oder indirekt durch Wärmeübergang ab. Um den Abkühlprozess gezielt steuern und beschleunigen zu können, wird Luft durch die Kanäle 9 gesogen. Dazu werden sämtliche Kanäle 9 auf einen gemeinsamen Kühlluftsammelkanal 10 geführt und die Luft wird über ein Gebläse abgesogen. Der Kühlluftsammelkanal 10 kann zur weiteren Nutzung der Abwärme beispielsweise an einen Wärmetauscher

angeschlossen werden. Eine alternativ verwendete Wärmetransportflüssigkeit würde mittels Pumpe durch die Kanäle 9 gepumpt werden. Die kontinuierliche Abführung von Wärme aus der Isolation 8 führt zu einer gleichmäßigen Abkühlung des gesamten Ofeninnenraums. Der beschriebene Abkühlvorgang verläuft sehr schonend, da nicht wie bisher üblich Frischluft direkt in den Ofeninnenraum eingeblasen wird, sondern eine indirekte Kühlung erfolgt. Dadurch wird eine ruhende Atmosphäre im Ofeninneren geschaffen. Die Kühlung ist sehr effektiv und führt zu einer Verkürzung der Abkühlzeit und damit der Gesamtofenverweilzeit.

Die Kanäle 9 sind an das jeweils verwendete Wärmetransportmedium angepasst. Es kann sich beispielsweise um direkt in die Isolation eingeformte Kanäle oder um in der Isolation verlegte Rohre oder Schläuche handeln.

Bei einer abgewandelten Ausführungsform ist die Wärmeisolation 8 aus unterschiedlichen Schichten zusammengesetzt. Die nach Innen gerichtete Schicht besitzt einen recht guten Wärmeleitwert, um die Wärmeenergie möglichst schnell an die Kanäle 9 und das darin strömende Wärmetransportmedium zu leiten. Demgegenüber sind die nach Außen gerichteten Schichten so aufgebaut, dass eine möglichst gute Wärmeisolation resultiert. Dadurch lassen sich Energieverluste klein halten und die Außenwand des Ofens behält trotz hoher Innentemperaturen eine Oberflächentemperatur, die Verbrennungen beim Berühren vermeiden.

Im Ofenboden 11 befindet sich bei der dargestellten Ausführungsform weiterhin eine Vielzahl von Zuluftöffnungen 12 unterhalb der ersten Heizgruppen 5. Im Ofenoberteil 2 sind mehrere Abluftöffnungen 13 angeordnet. Zuluft strömt durch

die Zuluftöffnungen 12 über die am Ofenboden 11 angeordneten Heizgruppen 5 ein und wird damit unmittelbar nach ihrem Eintreten in den Ofenraum auf Ofeninnenraumtemperatur gebracht. Durch die gezielte Luftführung über die Heizelemente ist sichergestellt, dass keine kühlere Luftströmung auf die Glasplatten im Ofeninnenraum trifft. Bei gleichzeitig geöffneten Zuluft- und Abluftöffnungen 12, 13 kommt es im Ofen zu einer leichten Umluftbewegung. Diese Umluftbewegung sorgt, beispielsweise während des Aufheiz- bzw. Biegevorgangs, für eine weitere Temperaturvergleichmäßigung. Zur Regelung der Zuluft- und Abluftmenge sind die Zuluft- und Abluftöffnungen 12, 13 von einem vollständig geschlossenen bis zu einem vollständig geöffneten Zustand einstellbar. Die durch die einzelnen Abluftöffnungen 13 abströmende Abluft wird auf einen gemeinsamen Abluftsammelkanal 14 geführt und mittels Gebläse abgezogen. Die abgeführte Abluftmenge kann damit über das Gebläse präzise eingestellt werden. Über die Abluftmenge wird die Umluftbewegung im Ofen bestimmt, die damit in jeder Phase des Aufheiz- bzw. Biegevorgangs ideal einstellbar ist.

Fig. 4 zeigt in einem vereinfachten Ablaufplan die wesentlichen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben. Das Verfahren wird vorzugsweise in dem zuvor beschriebenen Schwerkraftbiegeofen durchgeführt.

Das Verfahren startet im Schritt 20. Im Schritt 21 erfolgen ein Anheben des Ofenoberteils mittels Spindelhubeinrichtung und ein anschließendes Verfahren des Ofenunterteils. Im Schritt 22 wird mindestens eine Glasscheibe in mindestens eine im Ofenunterteil befindliche Biegeform eingelegt. Der Ofen ist so dimensioniert, dass Glasscheiben mit einer Breite von bis zu 3000 mm, einer Tiefe von bis zu 6000 mm und einer

Dicke von etwa 20 mm verarbeitbar sind. Natürlich können auch mehrere kleinere Scheiben bearbeitet werden, die in mehrere Biegeformen eingelegt sind.

Im anschließenden Schritt 23 erfolgt ein gleichmäßiges Durchwärmen und Aufheizen der Glasscheibe auf Biegetemperatur mittels mehrerer Heizgruppen im Ofenoberteil und Ofenunterteil. Zur Unterstützung des Aufheiz- bzw. Biegevorgangs kann im Ofen eine Umluftbewegung erzeugt werden. Zu diesem Zweck gelangt Zuluft über eine Vielzahl von Zuluftöffnungen im Ofenboden in das Ofeninnere, wobei gleichzeitig Abluft über mehrere im Ofenoberteil angeordnete Abluftöffnungen aus dem Ofeninnenraum geführt wird. Zur Regelung der Zuluft- und Abluftmenge sind diese Öffnungen einstellbar. Die Abluftmenge kann außerdem auch über ein Gebläse eingestellt werden.

Nach Beendigung der Verformung schließt sich im Schritt 24 die erste Abkühlphase der Glasscheibe an. Während dieser Abkühlung gibt die erwärmte Glasscheibe vorerst die Wärme an die Isolation ab. Zum Abführen dieser Wärme durchströmt ein Wärmetransportmedium, beispielsweise Wasser oder Luft, eine Vielzahl von in der Isolation angeordneter Kanäle. Es erfolgt eine gleichmäßige und relativ schnelle Abkühlung des Ofeninnenraums bis eine vorbestimmte Temperatur erreicht ist, bei welcher durch Erreichen einer bestimmten Härte keine schädlichen Materialspannungen mehr in der Glasscheibe entstehen können.

Nachfolgend kann das weitere Abkühlen im Schritt 25 durch zusätzliches Einströmen von Umgebungsluft über die Zuluftöffnungen oder auch durch leichtes Anheben des Ofenoberteils beschleunigt werden. Ab einer bestimmten Temperatur kann der

Ofen komplett geöffnet werden, um das Ofenunterteil weg zu fahren.

Die Glasscheibe kann dann weiter abkühlen, bis sie im Schritt 26 ohne die Gefahr einer Beschädigung entnommen werden kann. Das Verfahren endet schließlich im Schritt 27.

Weitere Ausführungsformen des Schwerkraftbiegeofens und angepasste Verfahrensschritte sind denkbar.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Ofenunterteil |
| 2 | Ofenoberteil |
| 3 | Spindelhubeinrichtung |
| 4 | Sichtfenster |
| 5 | erste Heizgruppen |
| 6 | zweite Heizgruppen |
| 7 | Ofenwand |
| 8 | Isolation |
| 9 | Kanäle |
| 10 | Kühllluftsammelkanal |
| 11 | Ofenboden |
| 12 | Zuluftöffnungen |
| 13 | Abluftöffnungen |
| 14 | Abluftsammelkanal |
| 15 | Laufschienen |
| 16 | Bodensegmente |

Patentansprüche

1. Schwerkraftbiegeofen für Glasscheiben mit mehreren Heizgruppen (5,6) in einem wannenförmigen Ofenunterteil (1) und einem deckelförmigen Ofenoberteil (2) und mit einer Wärmeisolation (8) an der Innenseite der Ofenwände (7), dadurch gekennzeichnet, dass in der Wärmeisolation (8) eine Vielzahl von Kanälen (9) angeordnet ist, die zum Abführen von Wärme aus der Wärmeisolation (8) von einem Wärmetransportmedium durchströmt werden.
2. Schwerkraftbiegeofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum des Ofens eine Höhe von größer als 800 mm, eine Breite von größer als 2000 mm und eine Tiefe von größer als 2000 mm aufweist.
3. Schwerkraftbiegeofen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeisolation (8) aus einem hitzebeständigen, schlecht wärmeleitenden Fasermaterial besteht, und dass die zum Ofeninneren gewandte Oberfläche der Wärmeisolation eine Beschichtung aus einem die Fasern bindenden Mittel aufweist.
4. Schwerkraftbiegeofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Wärmetransportmedium Luft oder eine Flüssigkeit mit hoher Wärmekapazität eingesetzt wird.
5. Schwerkraftbiegeofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizgruppen (5, 6) unabhängig voneinander regelbar sind.

6. Schwerkraftbiegeofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ofenoberteil (2) mittels einer Spindelhubeinrichtung (3) angehoben werden kann, und dass das Ofenunterteil (1) im angehobenen Zustand des Ofenoberteils (2) derart verfahrbar ist, dass die gesamte Öffnungsweite des Ofenunterteils (1) zugänglich ist.
7. Schwerkraftbiegeofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass als erste Heizgruppen (5) im Ofenoberteil (2) mittelwellige Quarzstrahler und als zweite Heizgruppen (6) im Ofenunterteil (1) Widerstandsheizelemente eingesetzt werden, und dass die Quarzstrahler ohne Seitenführung gelagert sind.
8. Schwerkraftbiegeofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass am Ofenboden (11) über der Wärmeisolation (8) eine tragfähige Heizungsaufnahme in Form eines Gitters angeordnet ist, dass der Ofenbodenbereich über dem Gitter in eine Vielzahl von herausnehmbaren Bodensegmenten (16) unterteilt ist, und dass anstelle herausgenommener Bodensegmente Biegeformen am Ofenboden angeordnet werden können.
9. Schwerkraftbiegeofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Zuluftöffnungen (12) im Ofenboden (11) unterhalb der dort angeordneten Heizgruppen (6) und mehrere Abluftöffnungen (13) im Ofenoberteil (2) angeordnet sind, und dass diese Öffnungen von einem vollständig geschlossenen bis zu einem vollständig geöffneten Zustand einstellbar sind.

10. Schwerkraftbiegeofen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die abströmende Abluftmenge über ein Gebläse einstellbar ist.

11. Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben in einem Schwerkraftbiegeofen, dessen Innenseiten der Ofenwände eine Wärmeisolation (8) aufweisen, die folgenden Verfahrensschritte umfassend:

- Einlegen (21) von mindestens einer Glasscheibe in mindestens eine im Ofenunterteil (1) befindliche Biegeform;
- gleichmäßiges Durchwärmen und Aufheizen (23) der Glasscheibe auf Biegetemperatur mittels mehrerer Heizgruppen (5, 6);
- Abkühlen der Glasscheibe im Anschluss an die Verformung;

dadurch gekennzeichnet, dass der Schwerkraftbiegeofen erst nach Erreichen einer vorbestimmten Verfestigungstemperatur geöffnet wird, und dass zumindest bis zu diesem Zeitpunkt die während des Abkühlens (24) an die Wärmeisolation (8) abgegebene Wärme über ein Wärmetransportmedium abgeführt wird, welches eine Vielzahl von in der Wärmeisolation (8) angeordneten Kanälen (9) durchströmt.

12. Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Glasscheiben mit einer Breite von bis zu 3000 mm, einer Tiefe von bis zu 6000 mm und einer Dicke von bis zu 20 mm verarbeitbar sind.

13. Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einlegen (21) der Glasscheiben das Ofenoberteil (2) mittels Spindelhubeinrichtung (3) angehoben wird und anschließend das Ofenunterteil (1) soweit verfahren wird, dass die gesamte Öffnungsweite des Ofenunterteils (1) für den Einlegevorgang zur Verfügung steht.
14. Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass während des Aufheiz- bzw. Biegevorganges (23) Zuluft über eine Vielzahl von im Ofenboden (11) unterhalb der Heizgruppen (5) liegenden Zuluftöffnungen (12) in das Ofeninnere eingelassen wird, und dass Abluft über mehrere im Ofenoberteil (2) angeordnete Abluftöffnungen (13) aus den Ofeninnenraum geführt wird, wobei diese Öffnungen (12, 13) von einem vollständig geschlossenen bis zu einem vollständig geöffneten Zustand einstellbar sind.
15. Verfahren zum Schwerkraftbiegen von Glasscheiben nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die abströmende Abluftmenge über ein Gebläse eingestellt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass es unter Nutzung eines Schwerkraftbiegeofens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgeführt wird.

Fig. 1

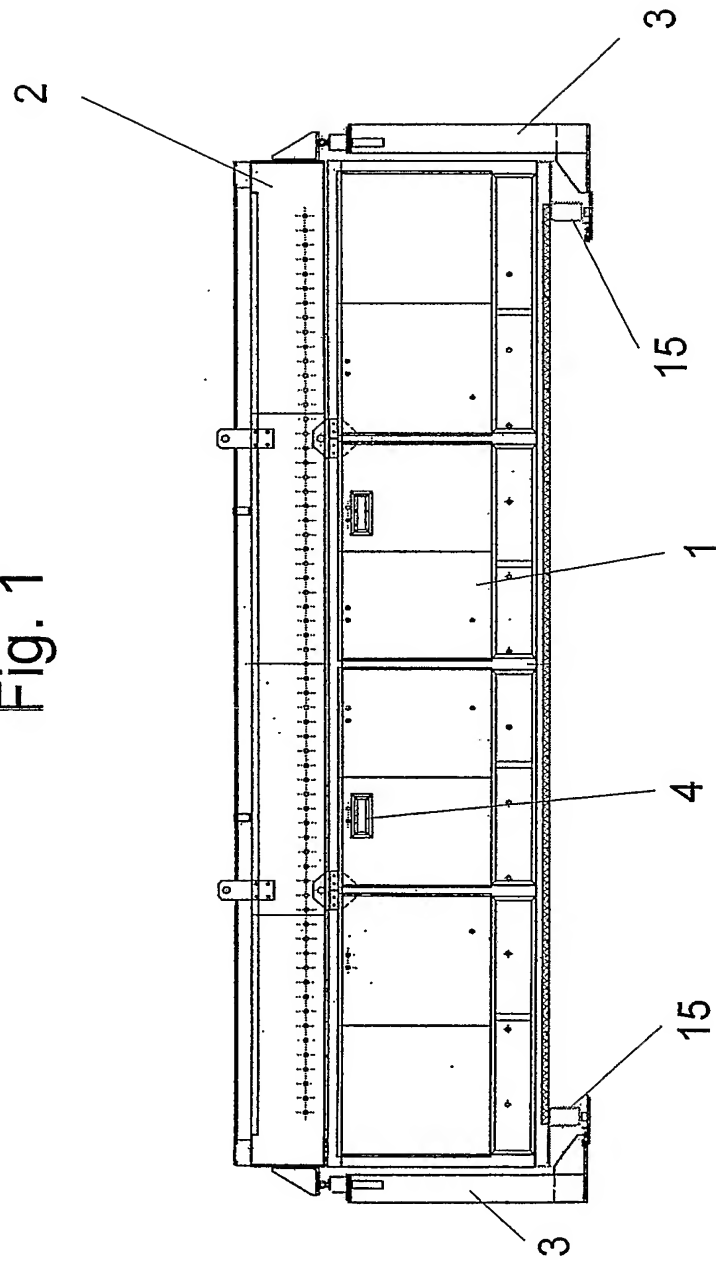


Fig. 2

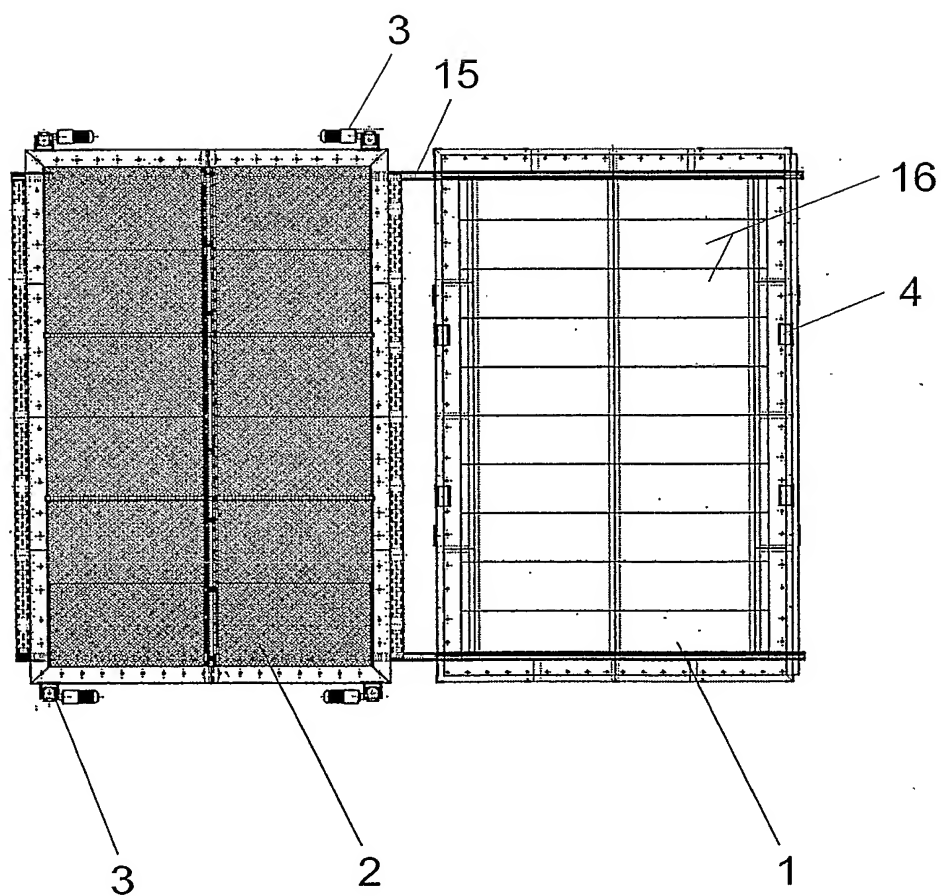


Fig. 3

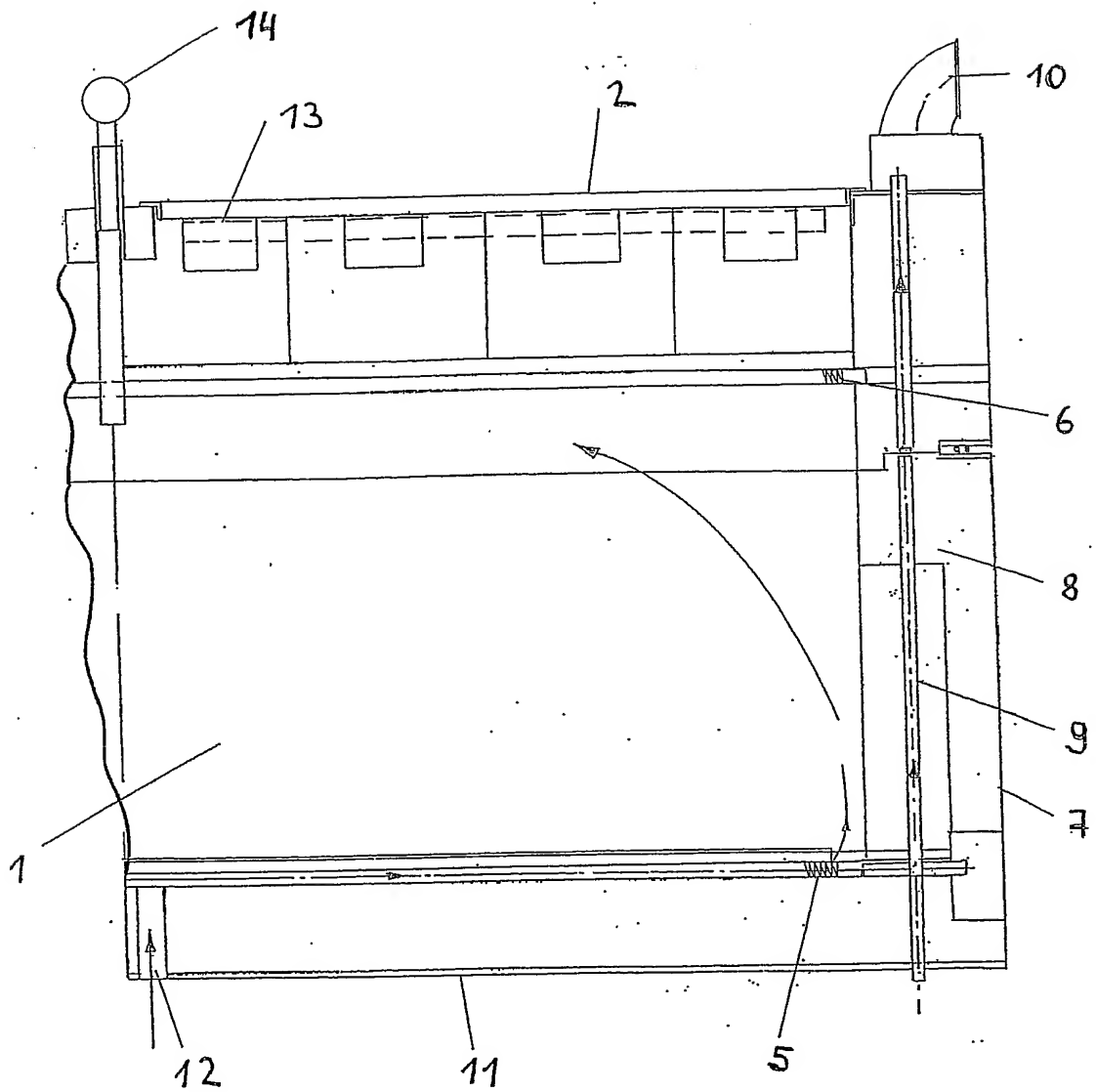
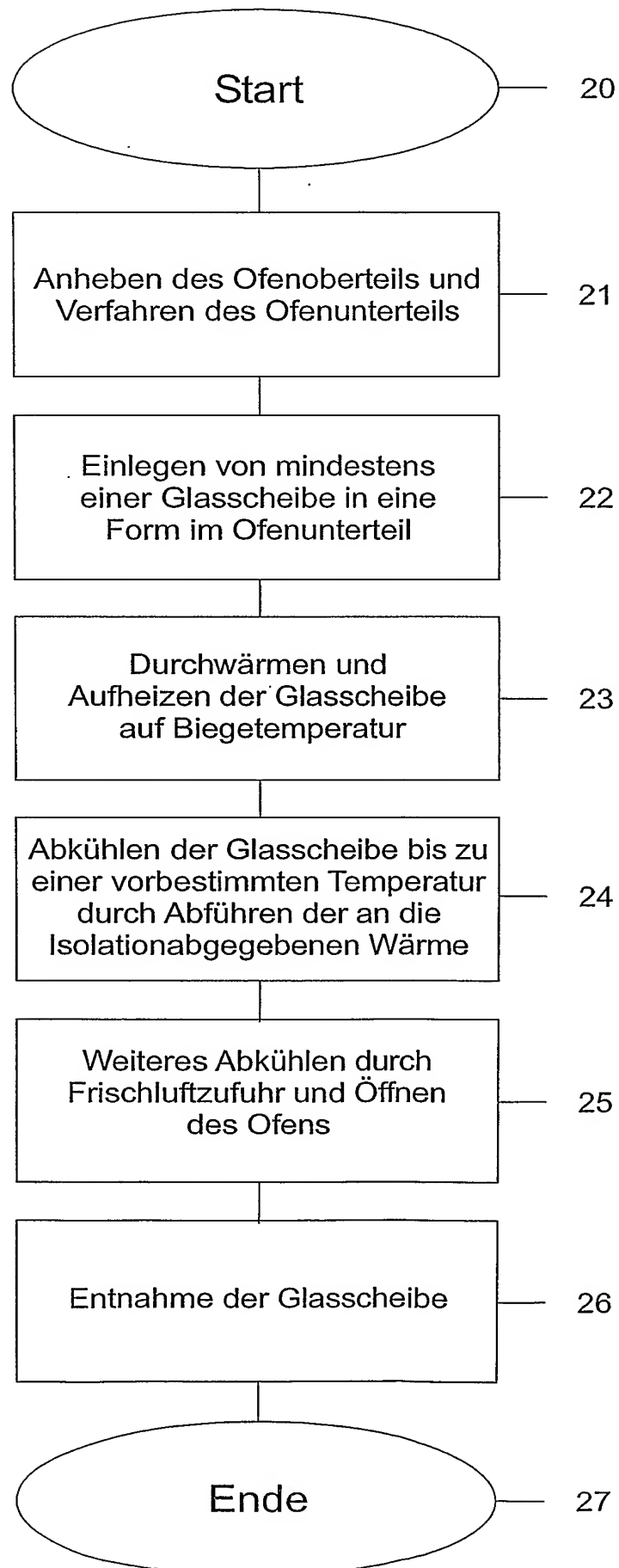


Fig. 4



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Schwerkraftbiegeofen für Glas-scheiben mit mehreren Heizgruppen in einem wannenförmigen Ofenunterteil und einem deckelförmigen Ofenoberteil und mit einer Wärmeisolation an der Innenseite der Ofenwände. Erfindungsgemäß sind in der Wärmeisolation eine Vielzahl von Kanälen angeordnet, die zum Abführen von Wärme aus der Wärmeisolation von einem Wärmetransportmedium durchströmt werden.

Außerdem betrifft die Erfindung ein Schwerkraftbiegeverfahren für Galsscheiben, welches vorzugsweise mit einem solchen Ofen durchgeführt werden kann.

Fig. 1